

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
“АЗОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА”
(ФГБНУ «АЗНИИРХ»)**



**СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
ВОДНЫХ И НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ**

**Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ
26-29 ОКТЯБРЯ 2015 Г.**

**Ростов-на-Дону
2015**

Список литературы

1. Бирагова Н.Ф. Основные источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду. Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. № 6. – С. 35–36.
2. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы юга России. Ростов н/Д: Изд-во «Эверест». 2008. – 320 с.
3. Вернигорова Н.А., Колесников С.И., Казеев К.Ш., Яровая Е.В., Акименко Ю.В., Козунь Ю.С., Мясникова М.А., Антонова О.Д. Оценка устойчивости чернозема южного полуострова Крым к загрязнению нефтью и тяжелыми металлами по биологическим показателям // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ. 2014. – №10(104). – IDA [article ID]: 1041410044. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/44.pdf>.
4. Журбицкий З.И. Агрохимические методы исследования почв. 1975.
5. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета. 2012. – 260 с.
6. Казеев К.Ш., Антонова О.Д., Колесников С.И., Вернигорова Н.А. Ферментативная активность некоторых почв Крыма // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №10(104). – IDA [article ID]: 1041410084. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/83.pdf>.
7. Касьяненко А.А. Контроль качества окружающей среды. М.: Изд-во РУДН. 1992. – 136 с.
8. Луковникова Л.В. Металлы в окружающей среде, проблемы мониторинга / Л.В. Луковникова, А.Д. Фролова, М.П. Чекунова // Эфферентная терапия. Т.10.- 2004. – С.74–79.
9. Тимошенко А.Н., Вернигорова Н.А., Колесников С.И. Биодиагностика устойчивости коричневых карбонатных почв Крыма // Материалы международной научной конференции «Экология и биология почв». Ростов-на-Дону. 2014. – С. 591–594.

Тихонова Е.А., Котельянец Е.А.

*ФГБУН Институт морских биологических исследований
им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь*

*ФГБУН Морской гидрофизический институт РАН, Севастополь
tihonoval@mail.ru*

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОННЫХ ОСАДКОВ ПОРТОВЫХ АКВАТОРИЙ СЕВАСТОПОЛЯ (ЧЁРНОЕ МОРЕ)

В связи со спецификой региона для севастопольских бухт одной из наиболее важной экологической проблемой является загрязнение водной среды нефтью и нефтепродуктами. Данному вопросу и путям его решения в настоящее время посвящено большое количество работ [1, 2, 3, 4]. В Севастопольском же регионе изучение состояния донных осадков сис-

тематически проводится отделом морской санитарной гидробиологии Института биологии южных морей (в наст. время Институт морских биологических исследований) с 1973 г. [5, 6].

Целью данной работы является анализ состояния донных осадков портовых акваторий региона Севастополя за последние мониторинговые съёмки (2000, 2003, 2006, 2009, 2012 гг.).

В качестве полигона нами были выбраны акватории бухты Севастопольской, как одной из самых крупных и антропогенно нагруженной и бухты Камышовой, на берегах которой размещается один из самых крупных морских портов региона. В его состав входит нефтеналивной терминал по перевалке дизельного топлива с общим объёмом резервуарного парка для хранения нефтепродуктов 135 000 м³ [7]. В качестве сравнения были взяты донные осадки бухты Казачьей, как наиболее чистой акватории в Севастопольском регионе.

Пробы донных осадков в б. Севастопольской (станции (ст.) 1–23), б. Камышовая (ст. 35–42), б. Казачья (ст. 48–53) отбирали на постоянных станциях в летний сезон во время проведения мониторинговых съёмок в период 2000–2012 гг. на глубинах от 7 до 18 м с помощью дночерпателя Петерсона (рис. 1). В свежееотобранных пробах донных отложений определяли натуральную влажность, pH и Eh. В соответственно подготовленных воздушно-сухих пробах морского грунта [5] определяли количество хлороформ-экстрагируемых веществ (ХЭВ) весовым методом и нефтяных углеводородов (НУ) методом инфракрасной спектрометрии.

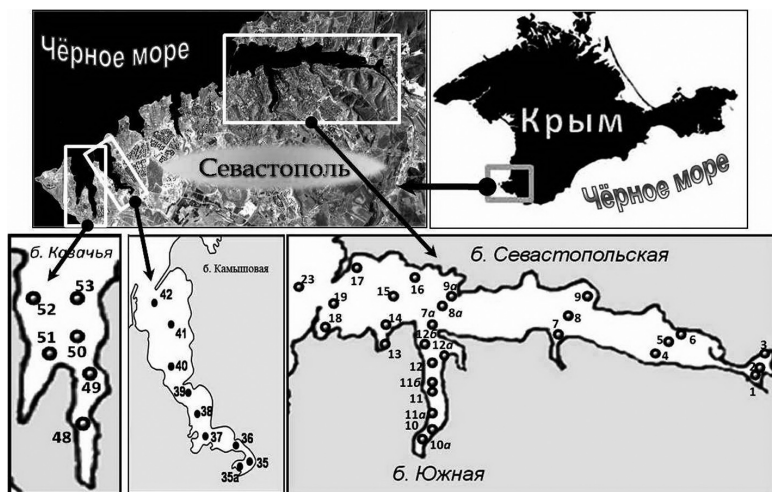


Рисунок 1. Расположение станций отбора проб донных осадков в период 2000–2012 гг.

Донные осадки исследованных акваторий имели разнообразный гранулометрический состав. Пробы донных осадков б. Севастопольской были в основном представлены чёрными или тёмно-серыми илами с запахом нефтепродуктов и сероводорода. Реже встречались пески и ракушники с природными органолептическими свойствами. Тогда как в центральной части б. Камышовой доминировали тёмно-серые и чёрные илы с примесью песка, в устье – тёмно-серые и чёрные пески с примесью ила и ракуши, а также на некоторых станциях – тёмные ракушники.

Донные осадки б. Казачьей также были представлены чёрными илами, но с большим количеством гниющей органики и запахом сероводорода и илами с примесью песка на всех исследованных станциях в 2003 г., тогда как с 2006 г. их состав несколько изменился. В вершине бухты (ст. 48–50) были отмечены чёрные илы; а в середине бухты и на её выходе (ст. 51–53) пески с примесью ракуши. То есть, в кутовой части исследуемой бухты накопление загрязняющих веществ будет проходить интенсивнее.

Известно [5], что физико-химические свойства (рН, Eh, натуральная влажность) и морфоструктура донных осадков (гранулометрический состав) определяют их способность к аккумуляции и преобразованию поступающих загрязнений. Наши исследования данных параметров показали, что большинство донных осадков на исследуемых станциях б. Севастопольской обладали восстановительными условиями среды (отрицательный показатель Eh) и пониженным рН среды. Восстановительные условия присущи большинству черноморских донных осадков. В то же время илы с примесью песка (ст. 2, 16) и пески (ст. 5) имели положительный Eh. При повышенных уровнях загрязнения с увеличением притока в донные осадки малоразложившегося органического вещества (в первую очередь, нефтепродуктов) растёт восстановительный потенциал. Самые загрязнённые донные осадки имеют самый низкий окислительно-восстановительный потенциал (от –89 до –189 мВ).

Показатель рН по уровням загрязнения меняется в меньшей степени, чем Eh. В донных осадках в б. Севастопольской – от 7,8 до 8,1, то есть рН в донных отложениях был несколько выше (реакция среды более щелочная). Это, возможно, связано с попаданием в морской грунт, наряду с нефтью и нефтепродуктами, хозяйственно-бытовых стоков, которые, в свою очередь, способствуют увеличению рН.

Натуральная влажность в донных осадках б. Камышовой колебалась от 28 до 66%, что соответствовала показателям в б. Севастопольской; Eh – от +341 в песках устьевой части бухты до -159 в илах центральной части; рН колебался от 7,3 до 8,3. Большая часть исследуемых донных осадков представлена окислительными условиями среды, что, как было сказано ранее, способствует процессам преобразования битумоида. В результате

этого крупнозернистые донные отложения с положительным окислительно-восстановительным потенциалом содержат значительно меньше углеводородов, чем высокодисперсные [5].

Донные отложения на исследуемых станциях Севастопольской бухты были представлены III (ст. 2, 4, 5), IV (ст. 6, 9, 14, 16) и самым высоким V (ст. 7, 8а, 9а) уровнями загрязнения, тогда как в донных осадках б. Камышовой не превышал III уровня. Данные уровни нефтяного загрязнения определены по содержанию в донных осадках ХЭВ [5]. Следует также отметить, что, если ранее морские грунты Казачьей бухты относились к слабо загрязнённым, то полученные результаты в 2009, 2012 гг. указывают на IV-й уровень загрязнения на ст. 48, III-й уровень на ст. 49 и II-й – на ст. 50. Причём количество загрязняющих веществ увеличивалось с 2003 г. к 2012 г.

Количество ХЭВ в донных осадках б. Севастопольской изменяется от 200 (ст. 5) до 2620 мг·100 г⁻¹ возд.-сух. донного осадка (д.о.) (ст. 9а), тогда как в б. Камышовой данные показатели более низкие. Для III уровня загрязнения характерны следующие значения ХЭВ: от 200 до 480; IV – от 480 до 800; V – от 1640 до 2620 мг·100 г⁻¹ возд.-сух. д. о. При увеличении уровня загрязнения увеличивается и общее количество ХЭВ, причём при V уровне их концентрация в несколько раз выше. Кроме того, высокие показатели отмечены, в основном, в жидких и полужидких илах с восстановительными условиями среды.

Загрязнённость донных осадков подтверждалась и полученными данными по содержанию НУ в них. По исследованным станциям Севастопольской бухты НУ распределялись в том же порядке, что и ХЭВ. Их доля от общего количества ХЭВ в донных осадках составляет в среднем для III уровня загрязнения – 30%, IV – 35%, V – 42%.

Наименьшие количества НУ содержались в донных осадках устья б. Севастопольская (ст. 2) и на ст. 4 и 5 (от 114 до 80 мг·100 г⁻¹ возд.-сух. д.о. соответственно), которые относились к III уровню загрязнения. Наиболее загрязнена нефтепродуктами центральная часть бухты (ст. 7, 8а, 9, 9а), их максимальные концентрации достигали здесь 1336,2 мг·100 г⁻¹ возд.-сух. д.о. (ст. 9а).

Среднее количество ХЭВ за исследуемый период в б. Камышовой, как отмечено ранее, было ниже, чем в донных осадках б. Севастопольской и колебалось от 22,5 в устье бухты до 390 мг·100 г⁻¹ д.о. в её центральной части. Также как и в других исследованных акваториях максимальные и минимальные величины НУ отмечены в тех же местах, что и ХЭВ. А средние показатели колебались от 10,8 до 104,9 мг·100 г⁻¹ д.о. Резкое увеличение концентрации как ХЭВ, так и НУ на ст. 38 было отмечено в 2000 и 2009 гг. В 2012 г. данные показатели были ниже, по сравнению с предыду-

щими годами, но на порядок выше данных съёмки 2003 г. Такие высокие концентраций ХЭВ могут быть связаны с тем, что ст. 38 находится вблизи двух постоянно действующих выпусков неочищенных бытовых сточных вод. Кроме того, полученные данные показывают, что загрязнение НУ в б. Камышовой также как и в Севастопольской бухте распределено неравномерно по акватории.

Высокое содержание ХЭВ было отмечено в 2000 г. Однако, при этом, доля НУ от общего количества ХЭВ была минимальной и колебалась от 6,7 до 33,6%. Тогда как в последующие годы, данные значения увеличились на порядок, достигая максимальных в 2003 г. – 68,6%. В 2006, 2009 гг. данные показатели были также выше по сравнению с 2000 г. и составили 48,5%, 45,7% соответственно. Полученные результаты показывают снижение общего количества преобразованного органического вещества (ХЭВ), но увеличение доли в них НУ до 2009 года. Однако, по данным съёмки 2012 г. среднее значение количества НУ от ХЭВ было ниже показателей 2000 г. и составило 29,5%. Данный факт свидетельствует об уменьшении количества загрязняющих веществ в бухте и снижении интенсивности её эксплуатации как порта по сравнению с началом 2000–х годов.

Отмечена прямая корреляционная зависимость между содержанием ХЭВ и НУ в донных осадках б. Камышовой с коэффициентами в 2000 г. – 0,8, в 2003 г. – 0,75, в 2006 г. – 0,95, в 2009 г. – 0,94, в 2012 г. – 0,95.

Что касается контрольных станций в б. Казачья, то по полученным данным концентрации ХЭВ и НУ в её донных осадках, как и в других бухтах загрязняющие вещества распределены неравномерно. Высокие количества ХЭВ отмечаются в морских грунтах вершины бухты. НУ также в большей степени накапливаются в илах её вершины бухты. При этом за последнее десятилетие их концентрация здесь возросла в 2 раза, по сравнению с 2003 г. (с 69,0 до 119,4 мг·100 г⁻¹), что свидетельствует об усилении антропогенного воздействия на этот участок бухты. Кроме того, в этой части акватории находится аварийный выпуск сточных вод, который возможно стал использоваться чаще в последнее время. То есть нерегулируемое использование аварийного спуска приводит к колебаниям концентраций ХЭВ в различные периоды исследования.

На центральных участках и районе устья бухты (ст. 50–53) наибольшие концентрации НУ наблюдались в 2003 г. В последующие годы было отмечено некоторое снижение содержания нефтепродуктов в донных осадках (на отдельных станциях до следовых количеств – менее 5 мг·100 г⁻¹). Данные станции находятся ближе к выходу из бухты, что увеличивает возможность выноса нефтепродуктов в открытое море и соответственно снижение их осаднения на дно.

Таким образом, уровень нефтяного загрязнения в исследованных пор-

товых акваториях Севастопольского региона достаточно высокий. Следует отметить, что единые санитарно-экологические нормативы для оценки степени загрязнения донных осадков НУ до настоящего времени отсутствуют. Небезопасным принято считать уровень загрязнения, превышающий предел потенциала самоочищения среды. Для примера, в зарубежных странах верхним безопасным уровнем содержания нефтепродуктов в почве принято считать $1-3 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$, а началом серьезного экологического ущерба считается $20 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$ и выше [2]. При этом содержание углеводородов нефти в почве европейских стран колеблется в диапазоне $0,01 - 0,5 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$. В России к настоящему времени ПДК нефти и продуктов ее переработки в донных осадках не установлены, но существуют различные литературные данные о диапазоне уровней концентрации нефти в почве, оказывающей токсический эффект на почвенные организмы. В одних источниках это $10-20 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$ [8], а в других установленные нормы высокого и очень высокого загрязнения соответствуют всего лишь $3-5 \text{ г} \cdot \text{кг}^{-1}$ [8]. Если взять во внимание данные величины, то концентрации поллютантов на большинстве станций исследованных районов значительно превышают безопасные уровни.

Список литературы

1. Миронов О.Г. Нефтяная угроза морю // Рідна природа. Спецвыпуск. 2007. – С. 7–16.
2. Wang X., Xu L., Li W. Petroleum hydrocarbon distribution features in water and sediment of Fujian shore // Chinese J. of Oceanology and Limnology. 2003. Vol. 21, No. 2. – PP. 187–192.
3. Рубцова С.И., Тихонова Е.А., Бурдиян Н.В., Дорошенко Ю.В. Оценка экологического состояния севастопольских бухт по основным химическим и микробиологическим критериям // Морск. экол. журн. 2013. №2, Т. XII. – С. 38–50.
4. Тихонова Е.А., Бурдиян Н.В., Соловьёва О.В., Дорошенко Ю.В. Химические и микробиологические показатели донных отложений Керченского пролива после аварии судна «Волгонефть-139» // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. Москва: ВНИИОЭНГ. 2015. №4. – С. 12–16.
5. Миронов О.Г., Кирюхина Л.Н., Алёмов С.В. Санитарно-биологические аспекты экологии Севастопольских бухт в XX веке // Севастополь. 2003. – 185 с.
6. Санитарно-биологические исследования в прибрежной акватории региона Севастополя / Под общ. ред. О.Г. Миронова // Севастополь: Экоси-гидрофизика. 2009. – 192 с.
7. Алёмов С.В., Тихонова Е.А. Характеристика донных осадков и сообществ макрозообентоса портовых акваторий б. Камышовая (г. Севастополь, Черное море) в первой декаде XXI века // Материалы 3-ей междунар. научн. конференции «Современные проблемы гидроэкологии. Перспективы, пути и методы решений. Херсон. 2012. – С. 23–27.
8. Вансович О.С. Оценка уровня нефтяного загрязнения почв при экологическом нормировании // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Москва. МГУ. 2009. – 22 с.